

PROSES PERENKAHAN ASAM OLEAT BASIS MINYAK SAWIT MENJADI FRAKSI GASOLINE DENGAN KATALIS HZSM-5

Irmawati Syahrir
POLITEKNIK NEGERI SAMARINDA KALIMANTAN TIMUR

Abstrak

Berbagai sumber energi baru yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) dan dapat diandalkan adalah berasal dari berbagai jenis minyak nabati (*minyak sawit, minyak jarak pagar, minyak kedelai, dll*), sehingga dapat mensubstitusi minyak tanah yang selama ini digunakan oleh masyarakat.

Pemilihan minyak kelapa sawit sebagai sumber energi alternatif sangat tepat dilakukan di Indonesia karena Indonesia merupakan negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar kedua di dunia. Pembuatan bahan bakar yang dihasilkan dari minyak sawit telah diteliti lebih ramah lingkungan karena mengurangi potensi pencemaran yang terjadi pada saat pembakaran, yaitu bebas dari nitrogen dan sulfur. Minyak sawit memiliki rantai hidrokarbon panjang yang memungkinkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar nabati.

Tujuan dari penelitian ini adalah : Mempelajari pengaruh laju alir gas N_2 pada perengkahan katalitik asam oleat berbasis minyak sawit menjadi fraksi kerosene dan mempelajari pengaruh suhu pada perengkahan katalitik asam oleat berbasis minyak sawit menjadi fraksi kerosene

Proses perengkahan asam oleat berbasis minyak sawit dilakukan dalam mikro reaktor unggun tetap pada berbagai suhu dan laju alir umpan pada tekanan 1 atm. Hasil yang diperoleh dari proses perengkahan dianalisa dengan gas kromatografi (GC) FID jenis kolom poraplot Q untuk produk fase cair. Penelitian dilakukan dengan memanaskan asam oleat dalam tangki umpan sampai suhu $360^{\circ}C$ dan reaktor pada suhu $(370-500)^{\circ}C$ dan kedalam tangki dialiri gas N_2 sebagai gas pembawa dengan laju alir (90-180) ml/menit. Uap asam oleat dan gas N_2 mengalir masuk kedalam reaktor unggun tetap yang dilapisi dengan elemen pemanas dan berisi katalis 0,6 gram. Reaksi perengkahan dilakukan selama 75 menit. Batas waktu tambat untuk fraksi kerosene sesuai dengan kromatogram adalah 12,6 – 17,5 menit, hasil analisa untuk kerosin komersial untuk suhu $450^{\circ}C$ dan laju alir gas N_2 155.28 ml/menit dari kromatogram % area fraksi, fraksi kerosin 27.2645 %.

Kata Kunci : Minyak Kelapa Sawit, kerosene, reaktor unggun tetap

Abstract

Many kinds of new energy resources which are renewable and dependable come from various kinds of vegetable oil, thus it can substitute petroleum oil which people usually use.

Oil palm oil is quite advantageous to be used as an alternative energy resources in Indonesia, since Indonesia is the world's second largest producer of oil palm oil. Fuel made from oil palm oil has been researched and is more friendly to environment, because it has less pollution potential when used, since it's free from sulphur and nitrogen. Oil palm oil has long hydrocarbon chain which makes it possible to be used as vegetable fuel.

The aim of this research is : to learn the influence of temperature and flow velocity of N_2 gas on catalytic splitting of oil palm oil-based oleat acid into kerosene fraction.

Splitting process of oil palm oil-based oleat acid is done in steady woodpile micro reactor at various temperatures and flow velocities of feed at 1 atm pressure. The result of the splitting process is analyzed with FID chromatography gas with Q poraplot column type, for liquid phase product. Research is done by heating oleat acid in feed tank until $360^{\circ}C$ temperature and reactor at $370-500^{\circ}C$ temperature, and N_2 gas is flowed into tank as carrier gas with 90-180 ml/minute flow velocity. Oleat acid steam and N_2 gas flow into steady woodpile reactor which is coated with heater element and is filled with 0.6 gram catalyst. Splitting reaction is done for 75 minutes. Bound time limit for kerosene fraction as shown by chromatogram is 12.6-17.5 minutes, analysis result for commercial kerosene for $450^{\circ}C$ temperature and flow velocity of N_2 gas 155.28 ml/minutes from fraction area percentage chromatogram, kerosene fraction is 27.2645%.

Keywords : palm oil, kerosene fraction, fixed reactor.

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi dan pesatnya pertumbuhan jumlah penduduk menuntut semakin meningkatnya kebutuhan akan bahan bakar minyak, salah satunya adalah minyak tanah (kerosene)

Minyak tanah (kerosene) sampai saat ini masih merupakan sumber energi utama yang dipakai sebagai bahan bakar rumah tangga di Indonesia. Terutama digunakan sebagai energi untuk penerangan dan untuk memasak. Minyak tanah adalah sumber energi konvensional bahan bakar fosil (minyak/gas bumi dan batu bara) yang merupakan sumber energi tidak terbarukan (*unrenewable*) dengan segala permasalahan yang ditimbulkan.

Konsumsi minyak tanah di Indonesia saat ini cukup besar dan diperkirakan akan terus meningkat, sementara minyak tanah sebagai produk minyak bumi merupakan sumber daya yang tidak dapat diperbaharui, sehingga harus dicari alternatif untuk memproduksi bahan bakar dari sumber lain, yang dapat diperbaharui. Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah adalah dengan mengeluarkan beberapa kebijakan melalui Instruksi Presiden No. 1/2006, Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006. Dalam Inpres dan Pepres tersebut mengamanatkan pengembangan dan penggunaan bahan bakar alternatif lain yang dapat diperbaharui.

Berbagai sumber energi baru yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) dan dapat diandalkan adalah berasal dari berbagai jenis minyak nabati (minyak sawit, minyak jarak pagar, minyak kedelai, dll), sehingga dapat mensubstitusi minyak tanah yang selama ini digunakan oleh masyarakat. Keuntungannya dapat diperbaharui serta ramah lingkungan karena

Pemilihan minyak kelapa sawit sebagai sumber energi alternatif sangat tepat dilakukan di Indonesia karena Indonesia merupakan negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar kedua di dunia. Pembuatan bahan bakar yang dihasilkan dari minyak sawit telah diteliti lebih ramah lingkungan karena mengurangi potensi pencemaran yang terjadi pada saat pembakaran, yaitu bebas dari nitrogen dan sulfur.

Minyak sawit memiliki rantai hidrokarbon panjang yang memungkinkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar nabati. Komposisi asam lemak minyak sawit ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Asam Lemak dalam Minyak Kelapa Sawit

Asam lemak (> 1%)	Komposisi (%)
Asam Miristat	3
Asam Palmitat	30
Asam stearat	3
Asam Oleat	55
Asam Linoleat	8
Asam Lemak (< 1%)	Komposisi (ppm)
Karotenoid	500-700
Tokoferol / tokotrienol	600-1000
Sterol / sitosterol	218 – 370
Kampesterol	90 – 151
Stigmasterol	44 – 66
Kolesterol	7 – 13
Lainnya	2- 18

Sumber : Hui, 1996

Komposisi asam lemak dalam minyak sawit yang paling tinggi adalah asam oleat, 55 %. Asam oleat merupakan asam lemak rantai panjang tak jenuh yang tersusun dari 18 atom C dengan satu ikatan rangkap di antara atom C ke-9 dan ke-10. Asam oleat memiliki rumus kimia :

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ ($\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$). Asam lemak tak jenuh ini mempunyai bentuk *cis*. Asam oleat membentuk *cis* karena mempunyai titik lebur yang rendah dan mempunyai panas pembakaran yang tinggi. Secara komersial minyaknya berwarna kuning sampai merah dan dalam kondisi murni berwarna putih seperti air. Sifat-sifat fisik asam oleat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat fisik asam oleat

Rumus molekul	$\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$
Nama lain	Cis-9-octadecenoic acid
Berat molekul	18:1 <i>cis</i> -9 282.4614 g/mol
Kelarutan	Tidak larut dalam air, larut dalam alcohol, eter dan beberapa pelarut organik.
Titik lebur	13 - 14 °C
Titik didih	360°C(633K) (760 mmHg)
Densitas	0.895 g/ml
Viscositas mPa·s (°C)	27.64 (25), 4.85 (90)
<i>Specific Heat</i> J/g (°C)	2.046 (50)

Sumber : Departemen Perindustrian, 2007

Berbagai proses telah dilakukan untuk menghasilkan bahan bakar nabati diantaranya proses esterifikasi namun kelemahan proses ini adalah pada pemisahan bahan bakar nabati dan gliserol, proses transesterifikasi, minyak nabati yang digunakan kandungan asam lemak bebasnya harus rendah, jika kandungan asam lemak bebasnya tinggi kebutuhan katalis besar yang menyebabkan terbentuknya sabun sehingga menyulitkan dalam proses pemisahan. Proses perengkahan non katalis (thermal cracking) berlangsung pada suhu dan tekanan yang tinggi sehingga membutuhkan energi yang besar.

Saat ini mulai dikembangkan penelitian tentang pembuatan bahan bakar nabati dari minyak nabati dengan proses perengkahan katalitik, proses ini merupakan suatu cara untuk memecahkan rantai karbon yang cukup panjang, menjadi suatu molekul dengan rantai karbon yang lebih sederhana, dengan bantuan katalis yang merupakan substansi mempercepat reaksi kimia, meningkatkan kualitas dan kuantitas produk, berlangsung pada suhu dan tekanan yang rendah. Pada beberapa penelitian proses perengkahan minyak nabati dengan berbagai macam katalis menghasilkan berbagai jenis biofuel yang komposisinya dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya waktu reaksi, suhu reaksi, laju alir umpan, dan katalis.

Katalis sudah banyak dikenal oleh para peneliti dalam proses kimia. Pada umumnya katalis diartikan sebagai substansi yang dapat mempercepat proses reaksi kimia menuju kesetimbangan, katalis tidak terbentuk pada produk akhir (Fogler, 1999). Katalis banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri. Katalis juga digunakan dalam proses perengkahan maupun proses reforming. Pada umumnya katalis yang banyak digunakan dalam proses perengkahan dalam bentuk katalis heterogen.

Berbagai jenis katalis telah digunakan dalam proses perengkahan untuk menghasilkan biofuel diantaranya adalah katalis X, Y dan faujasite, katalis-katalis ini merupakan katalis perengkahan yang awalnya digunakan pada proses perengkahan minyak bumi, kemudian dikembangkan lebih lanjut pada proses perengkahan minyak nabati. Beberapa katalis yang digunakan pada proses perengkahan yaitu katalis HZSM-5. sebagaimana yang telah diteliti oleh F. Billaud dkk (2003), studi kinetika perengkahan katalitik asam oktanoit dengan aktivasi alumina dengan variasi suhu dan massa katalis diperoleh order reaksi $n=1$, $E_a = 70943 \text{ J mol}^{-1}$; $A = 98300 \text{ l h}^{-1} \text{ g/katalis}$. Menurut Sang Ooi Y dkk (2004), konversi katalitik minyak sawit berdasar pada residu campuran asam lemak dengan katalis HZSM-5 menggunakan reaktor fixed-bed pada tekanan atmosfer, hasil yang diperoleh fraksi gasoline 44,4% berat pada laju umpan $3,66 \text{ h}^{-1}$ dan suhu reaksi 440°C . Pada pembuatan bahan bakar biodiesel dengan proses perengkahan berkatalis zeolit dan bahan baku minyak goreng berbasir crude palm oil menghasilkan produk antara $\text{C}_9 - \text{C}_{17}$ (Widayat, 2005).

Studi kinetika menggunakan minyak mentah menjadi bahan bakar cair dengan katalis sulfated zirconia menghasilkan fraksi gasoline 24,38% pada suhu 430°C , waktu reaksi 90 menit, tekanan 10 bar, order reaksi dua dan model kinetika $k (\text{s}^{-1}) = 914,888 \exp [-(83,439 \text{ kJ/mol})/RT]$ (Witchakorn Charusiri dan Tharapong Vitidsant, 2005). Perengkahan molekul trigliserida minyak sawit menjadi hidrokarbon fraksi gasoline menggunakan katalis $\text{B}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$, menggunakan reaktor fixed bed pada tekanan atmosfer, memberikan hasil yield fraksi bensin terbaik sebesar 58% pada temperatur 450°C (Setiabudi dan Bayu

Arifianto, 2006). Proses perengkahan minyak sawit dengan katalis jenis DHC-8, bahan baku minyak sawit menghasilkan fraksi kerosene 66,168 % pada suhu reaktor 400°C dan laju alir uap umpan $0,796 \text{ gram/menit}$ (Heny, 2007). Perengkahan minyak kelapa sawit dengan katalis dari Pertamina Plaju dan Riau, menghasilkan fraksi solar pada suhu $(400-600)^\circ\text{C}$ (Rina dan Stekasari, 2007). Perengkahan katalitik minyak sawit untuk memproduksi biofuel dengan katalis REY menghasilkan fraksi gasoline 33,5 % dan gas yield 14,2 % (Pramila dan Bhatia, 2007).

Pada katalis ZSM-5 tetrahedral SiO_4 bergabung membentuk cincin dengan 5 atom O atau yang disebut pentasil. Pentasil-pentasil akan bergabung membentuk sebuah lapisan dengan kerangka masing-masing pori beranggotakan 8 pentasil dan 2 heksasil, sehingga membentuk pori pada kisaran $5,1 \times 5,6 \text{ \AA}$ dan $5,4 \times 5,6 \text{ \AA}$. Kedua pori yang dihasilkan dari bentukan kerangka ini, satu sel paralel pori dan satu sel yang lain akan tegak lurus terhadap pori tersebut serta kerangka kelak-kelok (zig-zag).

Zeolit ZSM-5 ditemukan oleh Aegauer dan Landolt (Mobil Oil, US Patent 3,762,886) pada tahun 1972. ZSM-5 adalah zeolit berkadar silika tinggi dengan komposisi ideal unit selnya adalah $\text{Hn}[\text{Al}_n\text{Si}_{96-n}\text{O}_{192}]\cdot 16\text{H}_2\text{O}$. Katalis ZSM-5 mempunyai kestabilan yang tinggi, stabil dalam basa, konsentrasi gugus asam rendah dengan kekuatan asam tinggi. Tingginya sifat keasaman yang dimiliki oleh zeolit tersebut telah diketahui berkaitan dengan kandungan Si/Al. Zeolit digunakan sebagai support logam karena selektivitas, bentuk, luas permukaan, sifat keasaman dan struktur yang baik.

Kebutuhan katalis perengkahan di Indonesia sangat besar dan selama ini dipenuhi dengan mengimpor dari negara lain. Indonesia memiliki bahan baku pembuatan katalis dalam jumlah yang besar sehingga Indonesia sebaiknya memulai pengembangan katalis perengkahan.

Perkembangan teknologi katalis sangat diharapkan dapat mengatasi masalah kekurangan sumber hidrokarbon di masa depan terutama krisis energi. Mengingat Indonesia merupakan negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia, pengembangan teknologi katalis diharapkan agar Indonesia menjadi pionir dalam upaya substitusi hidrokarbon minyak bumi dengan hidrokarbon terbarukan bersumber minyak sawit.

Dari Tabel 1. Komposisi asam lemak dalam minyak sawit yang paling tinggi adalah asam oleat, 55 % (Hui, 1996). Kandungan asam oleat yang tinggi ini dapat dijadikan dasar pertimbangan untuk proses perengkahan asam oleat untuk menghasilkan hidrokarbon fraksi kerosenel dengan katalis zeolit HZSM-5.

Penelitian dengan bahan baku asam oleat basis minyak sawit ini dapat digunakan sebagai model

untuk proses perengkahan asam-asam lemak lainnya yang ada dalam minyak nabati khususnya minyak sawit.

Perumusan Masalah

Pada penelitian ini dilakukan proses perengkahan berkatalis asam oleat berbasis minyak sawit. Bahan baku asam oleat dipilih karena tersedia dalam jumlah yang besar dalam minyak sawit dimana mempunyai rantai hidrokarbon yang panjang. Tujuan proses perengkahan diharapkan menghasilkan senyawa dengan rantai hidrokarbon yang lebih pendek C_8-C_{12} , dalam hal ini menghasilkan kerosene.

Variabel-variabel yang berpengaruh pada proses perengkahan berkatalis asam oleat berbasis minyak sawit: tekanan operasi, temperatur reaksi, laju alir umpan dan katalis. Pada penelitian ini akan dipelajari bagaimana pengaruh temperature reaksi dan laju alir umpan terhadap produk yang dihasilkan jika menggunakan mikroreaktor pada tekanan atmosfer, sehingga dapat dibuat model kinetika untuk perancangan reactor lebih lanjut.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari pengaruh laju alir gas N_2 pada perengkahan katalitik asam oleat berbasis minyak sawit menjadi *fraksi kerosene*
2. Mempelajari pengaruh suhu pada perengkahan katalitik asam oleat berbasis minyak sawit menjadi *fraksi kerosene*.

Manfaat penelitian

1. Menghasilkan bahan bakar minyak (kerosene) yang ramah lingkungan.
2. Memberikan nilai tambah dalam pemanfaatan asam oleat berbasis minyak sawit.

METODOLOGI

Tahapan penelitian ini meliputi :

A. Tahap pembuatan katalis

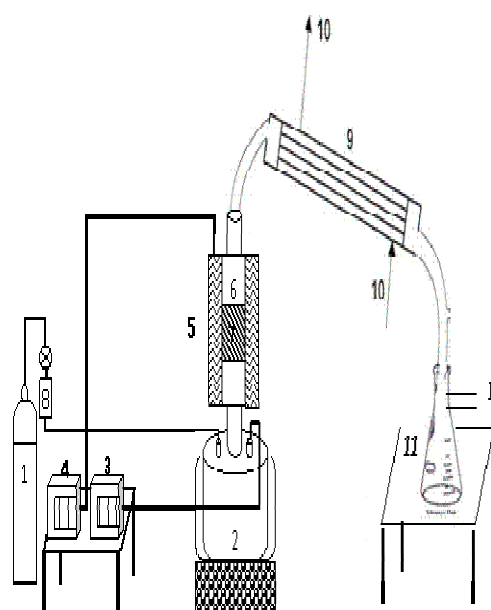
Pada tahap ini dilakukan proses pembuatan katalis zeolit sintetis dengan tahapan preparasi katalis, karakterisasi katalis dan uji reaksi katalitik. Pada tahapan preparasi katalis dilakukan sintesa katalis dan karakterisasi katalis yang terbentuk untuk mendapatkan perbandingan Si/Al, luas permukaan (surface area) dan volume pori (porosity). Katalis yang terbentuk kemudian diuji dalam proses perengkahan berkatalis.

B. Tahap Proses perengkahan

Proses perengkahan asam oleat berbasis minyak sawit dilakukan dalam mikro reaktor unggun tetap pada berbagai suhu dan laju alir umpan pada tekanan 1 atm.

C. Tahap Analisa hasil

Hasil yang diperoleh dari proses perengkahan dianalisa dengan gas kromatografi (GC) FID jenis kolom poraplot Q untuk produk fase cair. Penelitian dilakukan dengan memanaskan asam oleat dalam tangki umpan sampai suhu $360^{\circ}C$ dan reaktor pada suhu $(370-500)^{\circ}C$ dan kedalam tangki dialiri gas N_2 sebagai gas pembawa dengan laju alir (90-180) ml/menit. Uap asam oleat dan gas N_2 mengalir masuk kedalam reaktor unggun tetap yang dilapisi dengan elemen pemanas dan berisi katalis 0,6 gram. Reaksi perengkahan dilakukan selama 75 menit. Hasil perengkahan dianalisa dengan metode gas kromatografi (GC). Rangkaian alat yang digunakan dalam proses perengkahan berkatalis asam oleat disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Alat proses

Keterangan Gambar :

1. Gas N_2
2. Tangki Umpan
3. Panel Kontrol Tanki Umpan
4. Panel Kontrol Furnace
5. Furnace
6. Mikroreaktor
7. Katalis
8. Flow meter
9. Kondensor
10. Air pendingin masuk/keluar
11. Sampel liquid
12. Sampel gas

D. Sintesa katalis

Prosedur Sintesa ZSM-5 dengan Metoda Plank, Charles J.

Sintesa **ZSM-5** dibuat dengan mengadopsi metode yang digunakan oleh (Plank, Charles J, 1982 US Patent 4341748) Formulasi komposisi awal gel yang digunakan dalam perbandingan mol adalah sebagai berikut :

SiO ₂ /Al ₂ O ₃	: 94
Na ₂ O/Al ₂ O ₃	: 8.6
H ₂ O/Al ₂ O ₃	: 3870
C ₄ H ₉ OH/Al ₂ O ₃	: 146
pH total	: 10-11

Dibuat larutan A dalam beaker gelas dengan komposisi [360 gr water glass+ 450 gr H₂O]. Kemudian dibuat larutan B dalam beaker gelas dengan komposisi [12.3 gr Al₂(SO₄)₃.18H₂O + 30 gr H₂SO₄ 98% + 600 gr H₂O].

Larutan B kemudian ditambahkan ke dalam larutan A sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan magnetik stirrer dan dijaga pencampuran menghasilkan campuran yang homogen. Campuran akhir adalah gel yang berwarna putih, yang kemudian didiamkan sambil diaduk selama 1 jam untuk memperoleh gel yang halus dan homogen.

Selanjutnya kepada gel yang homogen ini ditambahkan 146 gr butanol sedikit demi sedikit sambil diaduk. Kemudian gel terus diaduk selama 1 jam. pH gel di cek dengan kertas lakmus universal dan berkisar antara 10-11, jika tidak dilakukan penambahan larutan H₂SO₄ atau NaOH hingga didapat pH 10-11.

Gel dengan perbandingan SiO₂/Al₂O₃ 94 ini kemudian dimasukkan dalam autoklaf dan dipanaskan pada suhu 176 °C dan diaduk pada kecepatan 100 rpm selama 48 jam. Kristal yang terbentuk kemudian disaring dan dicuci dengan air suling sampai pH filtrat pencucian sekitar 8. Kristal yang diperoleh kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 24 jam. Kristal yang terbentuk merupakan NaZSM-5 siap untuk karakterisasi XRD atau diubah kedalam bentuk HZSM-5.

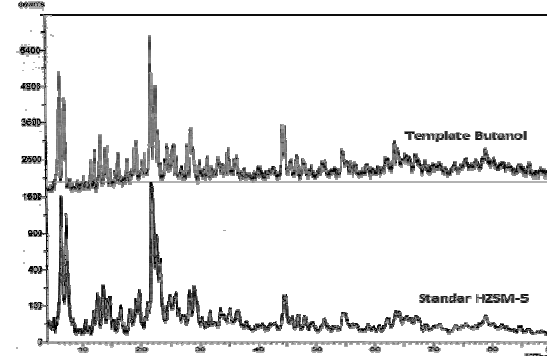
E. Pengubahan ke H-Zeolit

Katalis Na-Zeolit diubah menjadi bentuk H-Zeolit. H-Zeolit diperoleh dengan cara pertukaran ion Na-Zeolit dengan larutan amonium klorida 1M. 10 gr Na-ZSM-5 ditambahkan ke dalam 120 ml larutan ammonium klorida kemudian diaduk selama 12 jam. HZSM-5 yang terbentuk disaring, dicuci untuk meyakinkan pertukaran ion yang terjadi maka hal yang sama dilakukan sebanyak 2 kali selanjutnya dikeringkan pada suhu 110 °C selama 8 jam yang diikuti dengan kalsinasi dengan mengalirkan udara pada suhu 800 °C selama 5 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Persiapan Katalis

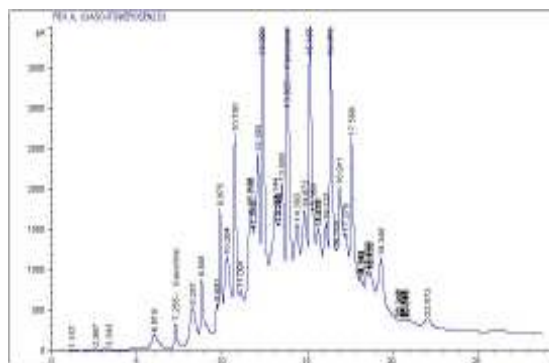
Karakterisasi untuk mengetahui struktur kristal katalis digunakan X-Ray Diffraction (XRD). Produk hasil sintesis menunjukkan pola garis difraksi yang mirip dengan pola garis difraksi dari zeolit ZSM-5 standar seperti terlihat pada gambar 2. Puncak ZSM-5 diamati pada nilai 2θ antara 7-9° dan antara 22-25° yang merupakan puncak yang spesifik dari ZSM-5. Berdasarkan hasil perbandingan antara pola difraksi produk hasil sintesis dan pola difraksi standar maka dapat disimpulkan bahwa keduanya memberikan pola difraksi yang sama, sehingga dapat disimpulkan bahwa produk hasil sintesa yang terbentuk adalah SZM-5.



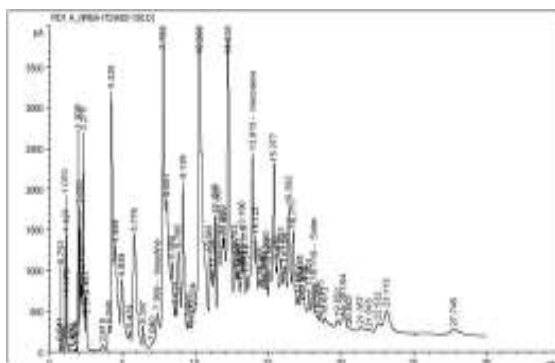
Gambar 2. Spektrum Difraksi Sinar X-Ray H-Zeolit

2 Kromatogram Kerosin Komersial.

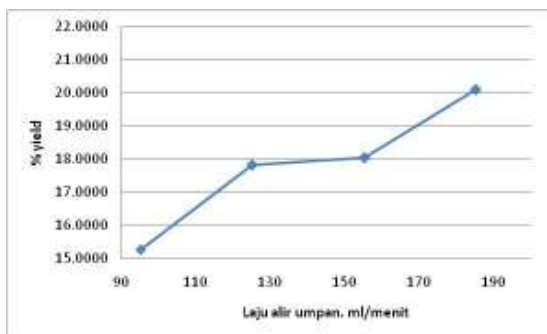
Kadar kerosene dalam produk cair hasil proses perengkahan dihitung berdasarkan % luas area dari analisa gas khromatographi. Penentuan fraksi kerosene didasarkan pada waktu tambat (retention time, RT) dari kerosene komersial.. Batas waktu tambat untuk fraksi kerosene sesuai dengan kromatogram pada gambar 14 adalah 12,6 – 17,5 menit . Selanjutnya untuk analisa produk hasil proses perengkahan yaitu hasil kerosin diklasifikasi berdasarkan pengelompokan waktu tambat (retention time) seperti hasil analisa untuk kerosin komersial. Pada gambar 4. untuk suhu 450°C dan laju alir gas N₂ 155.28 ml/menit dari kromatogram % area fraksi, fraksi kerosin 27.2645 % .



Gambar 3. Kromatogram kerosin komersial berdasar retention time 12,6 – 17,5 menit.



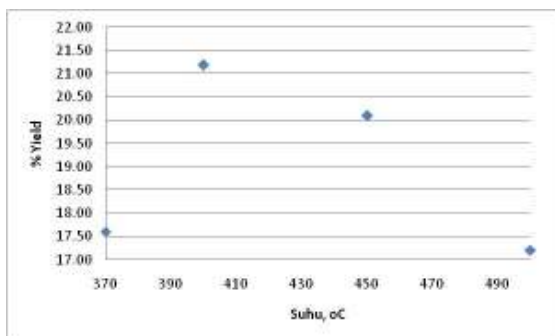
Gambar 4. Kromatogram produk cair pada $T = 450\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan Laju Alir N_2 155.28 ml/menit



Gambar 6. Grafik hubungan Laju alir umpan vs % Yield kerosene

3 Pengaruh Suhu Reaktor Terhadap Yield Kerosine

Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5, yield kerosene tertinggi pada suhu $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ sebesar 21.1873 % kemudian terjadi penurunan dengan naiknya suhu, hal ini disebabkan karena aktivitas katalis pada suhu ini mampu merengkah rantai karbon asam oleat ($\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$) menjadi $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$ pada fraksi kerosene dengan melepaskan gas CO_2 dan CO .



Gambar 5. Grafik hubungan Suhu vs % Yield pada Laju Alir N_2 185.33 ml/menit

4. Pengaruh Laju alir gas N_2 Terhadap Yield Kerosine

Dengan kenaikan laju alir maka waktu kontak antara umpan dengan katalis berkurang sehingga yield akan menurun. Untuk mempertahankan yield ketika laju alir umpan meningkat dilakukan dengan menaikkan temperatur hingga temperatur tertentu. Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 6, yield kerosene tertinggi pada Laju Alir N_2 185.33 ml/menit, 21.1873 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Bekkum, H.V., Jansen, J.C., Flasingen, E.M., Elsevier. (1991), *Studies in Surface, Science and Catalysis Introduction to Zeolite Science and Practice*, Elsevier, New York.
- Charusiri, S dan Vitidsany, T (2005), "Kinetic Study of Used Vegetable Oil to Liquid Fuels over Sulfated Zirconia", *Energy and Fuels*, vol 19, pp.1783-1789.
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Siaran Pers No. 24/HUMAS DESDM/2008.
- F. Billaud, Y. Guitard, A.K. Tran Minh, O. Zahraa, P. Lozano dan D. Pioch (2003), "Kinetic Studies of Catalytic Cracking of Octanoic Acid", *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, vol 192, pp.281-288, Elsevier.
- Fogler, H. Scott. (1999), *Elements of Chemical Reaction Engineering*, 3rd edition, Prentice Hall International Series in the Physical and Chemical Engineering Series.
- Gates, Bruce. (1992), *Catalytic Chemistry*, 2nd edition, University of Delaware.
- Hayun, A. "Prioritas Penembangan Energi Alternatif Biofuel di Indonesia", PPKPDS BPPT.
- Harjono (1987), *Teknologi Minyak Bumi I*, Jurusan Teknik Kimia Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Hart, Suminar. (1990), *Kimia Organik : Suatu kuliah Singkat*, Erlangga, Jakarta.
- Heni Dewajani, "Proses Perengkahan Minyak Sawit dengan Katalis Berbasis Zeolite", (2007).
- Hui, Y. H. (1996), "Bailey's Industrial Oil and Fat Products" : *Industrial and Consumer Non edible products from Oils and Fats*, vol 5, 5th ed, John Wiley & Sons, New York.
- Ketaren, S. (1986), *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, UI Press Jakarta.
- Latourette, (1990), "Preparation of zeolit of type HZSM-5", United States Patent, 4.4891.199.
- Levenspiel, Octave. (1999), *Chemical Reaction Engineering*, 3rd edition, John Wiley & Sons, Inc, New York.

- Nurhuda P (2004), “ Minyak buah kelapa sawit”
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam USU.
- Pangarso, Subardjo, (1986), “Pengaruh Pencampuran
Kerosene terhadap Solar”, *Lembaran
Publikasi LEMIGAS*, vol. 3 no. 2.
- Pioch, D, Lozao, P, Rasoanatoandro, M. C. , Graille, J,
Geneste, P, Guida, A, (1993), “*Biofuels from
Catalytic Cracking of Tropical Vegetable
Oils*”, *Oleagineux* 48, p. 289-291
- Sadeghbeigi, Reza. (2000), “*Fluid Catalytic Cracking
Handbook*” 2nd ed, Gulf Publishing Company,
Houston, Texas
- Sang Ooi Y, S Bhatia, R.M.Abdul, Zakaria.(2004), “
Catalytic Conversion of Palm Oil Based Fatty
Acid Mixture to liquid Fuel”, *Biomass and
Bioenergy*, vol.2, pp.477-484.
- Setiadi dan R. Mailisa Fitria (2006), “Proses Katalitik
Sintesis Hidrokarbon Fraksi Bensin dari
Minyak Sawit Menggunakan Katalis
B₂O₃/Zeolit“, *Seminar Nasional MKICS*,
Universitas Indonesia, 26-27 Juni 2006.
- Tamunaidu, P dan Bhatia, ST(2007), “Catalytic
cracking of Palm Oil for the Production of
Biofuels :Optimization Studies”, *Bioresource
Technology*, vol 98, pp.3593-3601.
- Widayat (2005), “Pembuatan Bahan Bakar Biodiesel
dengan Proses Perengkahan Berkatalis Zeolit
dan Bahan Baku Minyak Goreng Berbahan
Dasar Crude Palm Oil”, *Prosiding Seminar
Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik
Kimia*, Institut Teknologi Sepuluh
November Surabaya.